

REC'D 23 AUG 2004

WIPO

PCT

# 대한민국 특허청

## KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

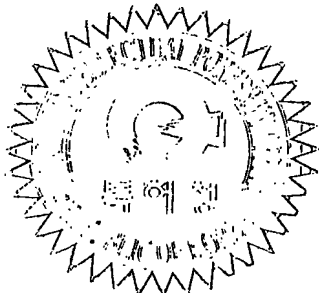
별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원 번호 : 10-2003-0049501  
Application Number

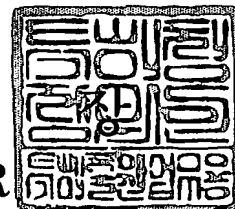
출원 년 월 일 : 2003년 07월 18일  
Date of Application JUL 18, 2003

출원 인 : 에피밸리 주식회사  
Applicant(s) EPI VALLEY CO., LTD



2004 년 07 월 30 일

특 허 청  
COMMISSIONER



PRIORITY DOCUMENT  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)

## 【서지사항】

**【서류명】** 특허출원서  
**【권리구분】** 특허  
**【수신처】** 특허청장  
**【참조번호】** 0001  
**【제출일자】** 2003.07.18  
**【국제특허분류】** H01L  
**【발명의 명칭】** Hydrazine 을 이용한 AlGaInN계 p-n 다이오드의 제조 방법  
**【발명의 영문명칭】** Method for fabrication of AlGaInN based p-n Diode Using Hydrazine Nitrogen Precursors  
**【출원인】**  
**【명칭】** 에피밸리 주식회사  
**【출원인코드】** 1-2000-040161-2  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 박중서  
**【성명의 영문표기】** PARK, Joongseo  
**【주민등록번호】** 611204-1066811  
**【우편번호】** 449-564  
**【주소】** 경기도 용인시 구성읍 보정리 1167 삼성레미안6차 606-103  
**【국적】** KR  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 유태경  
**【성명의 영문표기】** Y00, Tae Kyung  
**【주민등록번호】** 600306-1042718  
**【우편번호】** 449-557  
**【주소】** 경기도 용인시 구성읍 마북리 629 삼거마을 삼성레미안 아파트 115-6 03  
**【국적】** KR  
**【심사청구】** 청구  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 출원인 에피밸리 주식회사 (인)

## 【수수료】

【기본출원료】 10 면 39,000 원

【가산출원료】 0 면 0 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 2 항 173,000 원

【합계】 212,000 원

【감면사유】 중소기업

【감면후 수수료】 106,000 원

【기타】 출원서 부분(정본) 1통

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_2통

## 【요약서】

## 【요약】

본 발명은 Hydrazine 계열 Nitrogen Precursor와 Nitrogen Carrier Gas를 사용하여 p형 AlGaInN:Mg를 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)으로 성장하는 방법에 관한 것이다. 본 발명으로 Nitrogen Precursor로  $\text{NH}_3$ 와 Carrier Gas로  $\text{H}_2$ 를 사용한 기존의 p형 AlGaInN:Mg의 성장 시 일반적으로 필요한 Post Activation 공정의 생략이 가능하게 된다. 또한 본 발명을 이용하면 종래의 p형 AlGaInN의 성장 온도(1000~1100 °C) 보다 매우 낮은 온도(600~1000 °C)에서 p형 AlGaInN의 성장이 가능하며, AlGaInN계 광소자에 일반적으로 사용되는 열적 안정성이 낮은 InGaN 활성층을 보호하여 고성능의 광소자를 성장할 수 있다.

본 발명은 새로운 p형 AlGaInN:Mg 성장법에 의한 AlGaInN계 p-n 다이오드의 제작에 관한 것으로 소자 공정의 간편성과 성능 개선에 목적이 있다.

## 【대표도】

도2-2

## 【명세서】

## 【발명의 명칭】

Hydrazine을 이용한 AlGaInN계 p-n 다이오드의 제조 방법{Method for fabrication of AlGaInN based p-n Diode Using Hydrazine Nitrogen Precursors}

## 【도면의 간단한 설명】

도 1은 절연성 기판을 사용한 종래 방식의 AlGaInN계 LED 구조를 도시한 단면도. 도2는 MOCVD에서의 Source 주입 방식에 대한 도식도로서 도2-1은 기존의 방식이고 도2-2는 본 발명에서 안출한 방식이다. 도3은 NH<sub>3</sub> 혼합율에 따른 p형 GaN의 성장 가능 온도의 실험 결과 그래프이다.

## 〈 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 〉

10 기판, 11 버퍼층, 12 n형 GaN층, 13 n형 AlGaIn 클래드층, 14 InGaInN 활성층, 15 p형 AlGaInN 층, 16 p형 GaN층, 17 투명 전극, 18 p 전극, 19 n 전극

## 【발명의 상세한 설명】

## 【발명의 목적】

## 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<4> 본 발명은 새로운 p형 AlGaInN:Mg 성장법에 의한 AlGaInN계 p-n 다이오드 반도체의 제조 방법에 관한 것으로서, Hydrazine 계열 Nitrogen Precursor와 Nitrogen Carrier Gas를 사용하여 p형 AlGaInN:Mg를 MOCVD(Metal Organic Chemical Vapor Deposition)으로 성장하는 방법에 관한 것이다.

<5> 일반적으로 종래의 AlGaInN계 p-n 다이오드 발광 소자의 에피 구조는, 첨부 도면 도 1에 도시된 바와 같이, 절연성 기판인 사파이어 기판(10) 상에 buffer층(11), n형 GaN 층(12), n형 AlGaIn 클래드층(13), InGaIn(또는 GaN) 활성층(14), p형 AlGaIn층(15), p형 GaN층(16)을 순차적으로 결정 성장 한 후, p형 금속전극(18)의 형성을 하고 n-GaN층에 n 전극(19)을 형성하는 구조이다. 상업용 발광 소자의 경우 기상 증착법의 하나인 MOCVD가 주로 이용된다. 이 경우 도 2-1에 도시된 바와 같이 기상 증착법의 하나인 MOCVD가 주로 이용된다. 이 경우 도 2-1에 도시된 바와 같이 Nitrogen Precursor로  $\text{NH}_3$ 가 사용되며, GaN의 성장은  $\text{H}_2$ 가, InGaIn의 경우  $\text{N}_2$ 가 Carrier Gas로 사용된다.  $\text{NH}_3$ 는 열적으로 매우 안정되어  $1000^\circ\text{C}$  이상에서도 몇 % 정도의  $\text{NH}_3$ 만이 열분해하여 Nitrogen Source로서 GaN 성장에 기여한다. 따라서 열분해 효율을 높이기 위해 고온 성장이 불가피하며 결정성이 좋은 GaN 성장을 위한 V/III ratio 또한 매우 높다(보통 4000). 이러한 다량의  $\text{NH}_3$ 는 또한 부산물로 다량의 수소를 내어, Carrier Gas로 사용되는  $\text{H}_2$ 와 더불어 Mg-H passivation의 한 원인을 제공하기도 한다. 이러한 고온 p형 GaN 성장법은 이미 성장된 InGaIn 활성층에 적지 않은 열적 damage를 제공하여 InGaIn 발광 소자의 성능 저하에 한 원인이기도 하다.

<6> 일반적으로  $\text{NH}_3$ 와  $\text{H}_2$  carrier gas를 이용한 p형 AlGaInN:Mg 성장 시 p 도펀트인 Mg은 수소와 Mg-H complex를 형성해 도펀트 Mg가 passivation 되어, 매우 저항이 큰 물질로 된다. 이것을 p형 반도체로 변환하기 위해서는 thermal annealing과 전자빔 조사 등을 사용한다.

<7> 본 발명에서는 이러한 문제점을 해결하고자 도 2-2에서 도시된바와 같이 Hydrazine 계열의 Nitrogen Precursor를 사용하였고 Carrier Gas로  $\text{N}_2$ 를 사용하였다. Hydrazine 계열의 Nitrogen Precursor를 사용하면 반응성이 매우 높은  $\text{NH}_2$  radical이 형성되고, 그들의 낮은 분자 결합 에너지로 인해 낮은 온도에서 AlGaInN를 성장할 수 있다. 한편으로 효율이 좋은

Nitrogen Precursor이므로 기존의 V/III ratio 보다 현저히 낮은 ratio(보통 10~100;  $\text{NH}_3$ 의 경우 보통 4000)를 사용하여도 양질의 AlGaInN의 성장이 가능하다. 더욱 중요한 것은 Hydrazine 계열의 Nitrogen Precursor와 Nitrogen Carrier Gas를 함께 사용하여 p형 AlGaInN:Mg를 성장시키는 경우 부산물로 형성되는 수소의 양을 최소화할 수 있어, Mg-H Complex의 형성에 의한 Mg의 수소 Passivation을 역시 최소화할 수 있다. 이는 기존의 Post Annealing에 의한 Activation 공정을 생략할 수 있어, AlGaInN 계 p-n 다이오드 소자의 공정을 혁신적으로 개선할 수 있다.

<8> 또한 Hydrazine과  $\text{NH}_3$ 의 혼합 V족 Precursor를  $\text{N}_2$  Carrier와 사용하여도 저온(800~1000°C)에서 as-grown p형 AlGaInN를 구현할 수 있다. 도3에 도시된 바와 같이  $\text{NH}_3$  혼합을 0%에서 80% 실험이 진행되었고 모두 as-grown p형 GaN을 얻었다. (단,  $\text{NH}_3$  혼합율은 1000°C 이하에서 Cracking Efficiency를  $\text{NH}_3$ 는 1%, Hydrazine은 100%라고 가정하여 전체 V족 Precursor의 molar flow rate에 대한  $\text{NH}_3$ 의 molar flow rate의 %로 정의한 것이다.) As-grown p형 GaN의 Na-Nd hole 농도가  $1 \times 10^{17}/\text{cm}^3$  이상을 기준으로 최적 성장 온도를 정의할 때 실험 결과  $\text{NH}_3$  혼합율이 높아지면서 최적 성장 온도가 상승하는 것을 볼 수 있다. 즉 Hydrazine계 Source와  $\text{NH}_3$  gas의 혼합 Source를 V족 Precursor로 사용하여도 충분히 낮은 온도에서 as-grown p형 AlGaInN:Mg를 얻을 수 있다.

<9> 또한 InGaN 활성층을 갖는 p-n 다이오드 소자의 경우 활성층의 성장 후 p-AlGaInN:Mg를 성장하게 되는데, 이 성장법을 이용하면 저온에서 p형 AlGaInN의 성장이 가능하여 열적으로 불안정한 InGaN 활성층을 보호하며 소자의 성능 개선에 기여할 수 있다. 또한 기존의 p-AlGaInN의 경우 성장 온도가 InGaN 활성층에 비해 매우 높아 n-활성층의 성장 후 p-AlGaInN 성장 온도로 ramping 시 불가피하게 n형 계면이 고온에서 노출되어 고성능의 p-n 계면을 성장시키는데

문제점이 있었다. 그러나 Hydrazine계의 Precursor를 사용하면 활성층과 같거나 비슷한 온도에서 성장이 가능하고, Carrier Gas로 InGaN 활성층에 사용되는  $N_2$ 를 사용하므로  $N_2-H_2$  switching이 불필요하여 source의 고속 switching에 의한 양질의 p-n계면의 성장이 가능하다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<10>

【발명의 구성】

<11> 이와 같은 목적을 달성하기 위해서 본 발명이 제공하는 것은 p-n 다이오드의 p형

AlGaInN:Mg의 성장 시 Nitrogen Precursor로 Hydrazine계의 source와 Carrier Gas로  $N_2$ 를 사용하는 것과 혹은 Hydrazine계 Source와  $NH_3$ 의 혼합 V족 Precursor와 Carrier Gas로  $N_2$ 를 사용하는 것을 특징으로 한다. Hydrazine계의 source의 예로는 Dimethylhydrazine, tertiarybutylhydrazine, monomethylhydrazine 등이 있다.

<12> 첨부된 도면 도 1은 일반적인 AlGaInN계 LED 구조로서 에피구조는 사파이어 기판(10), buffer층(11), n형 GaN층(12), n형 AlGaIn 클래드 층(13), InGaN(혹은 GaN) 활성층(14), p형 AlGaIn 클래드층(15) p형 GaN층(16)으로 구성된다.

<13> 본 발명의 바람직한 실시 예를 첨부 도면에 의거 상세히 설명하면 다음과 같다.

<14> 실시 예1

<15> V족 Nitrogen Precursor로  $NH_3$ , III족 금속(Ga, In, Al)로 금속 유기물, carrier gas로  $H_2$ 를 사용한 MOCVD 증착법으로 기판(10) 위에 적절한 완충층 (11), n-GaN층(12), n-AlGaIn층(13)을 성장시킨 후, Carrier Gas를  $N_2$ 로 바꾸어, AlGaInN계의 활성층(다층 혹은 단층)(14)을 성장



시킨다. 그 위에 다시 Nitrogen Precursor로 Hydrazine계 source와 Carrier Gas로  $N_2$ 를 사용하여 p-AlGaInN(15)층과 p-GaN층(16)을 성장시킨 것을 특징으로 한다.

<16> 실시 예2

<17> V족 Nitrogen Precursor로  $NH_3$ , III족 금속(Ga, In, Al)로 금속 유기물, carrier gas로  $H_2$ 를 사용한 MOCVD 증착법으로 기판(10) 위에 적절한 완충층 (11), n-GaN층(12), n-AlGaN층(13)을 성장시킨 후, Carrier Gas를  $N_2$ 로 바꾸어, AlGaInN계의 활성층(다층 혹은 단층)(14)을 성장시킨다. 그 위에 다시 Nitrogen Precursor로 Hydrazine계 source와  $NH_3$ 의 혼합 V족 Source를 사용하고, Carrier Gas로  $N_2$ 를 사용하여 p-AlGaInN(15)층과 p-GaN층(16)을 성장시킨 것을 특징으로 한다.

【발명의 효과】

<18> 본 발명은 MOCVD법으로 AlGaInN계 p-n 다이오드를 성장할 때 V족 Nitrogen Precursor로 Hydrazine계 source 혹은 Hydrazine계 Source와  $NH_3$  혼합 Source를 사용하고 Carrier Gas로 Nitrogen을 사용함으로써 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

<19> (1) p-AlGaInN:Mg 성장 시 수소에 의한 Mg 도판트에 의한 수소 Passivation을 최소화할 수 있어 Post Activation공정을 생략할 수 있다.

<20> (2) p-AlGaInN:Mg를 AlGaInN계 활성층과 동일한 온도 혹은 GaN 성장 온도 보다 충분히 낮은 온도(700~1000℃ 이하)에서 성장시킬 수 있어 p-AlGaInN의 고온 성장시 발생하는 활성층의 열적 열화(damage)를 방지할 수 있고, 또한 고속 switching 성장이 가능하여 p-n계면의 성질도 개선할 수 있다.

## 【특허청구범위】

## 【청구항 1】

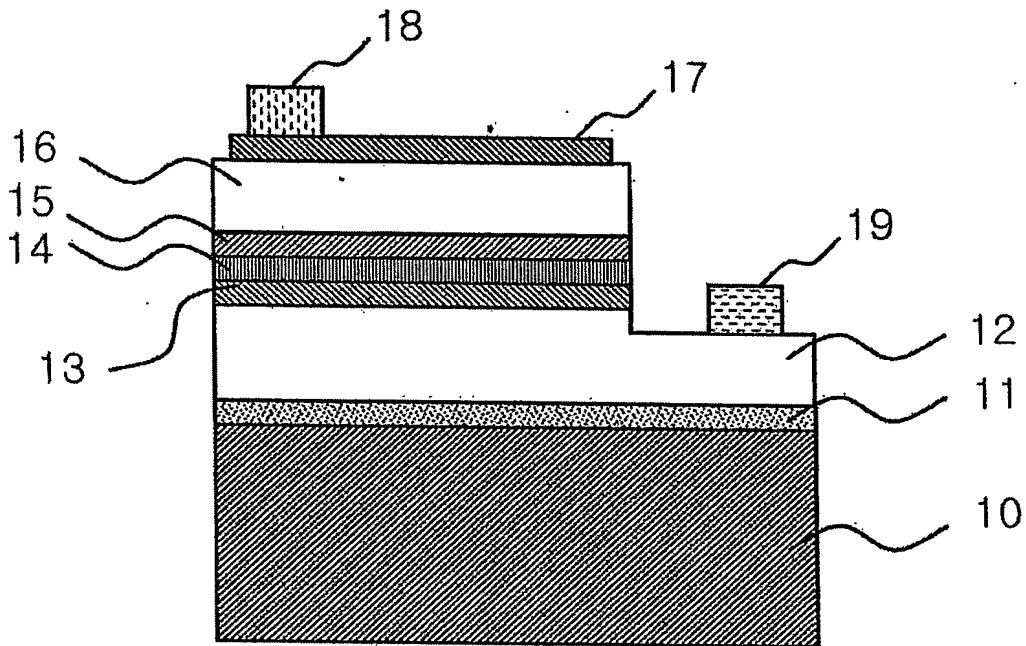
AlGaInN 계 p-n 다이오드 소자의 MOCVD법에 의한  
p-Al(x)Ga(y)In(z)N:Mg( $x+y+z=1, 0 \leq x < 1, 0 < y \leq 1, 0 < z \leq 1$ ) 층의 성장 시 Hydrazine계  
Nitrogen Precursor를 사용하고 Carrier Gas로서 Nitrogen을 사용하여 제조된 것을 특징으로  
하는 소자.

## 【청구항 2】

AlGaInN 계 p-n 다이오드 소자의 MOCVD법에 의한 p-Al(x)Ga(y)In(z)N:Mg( $x+y+z=1, 0 \leq x < 1, 0 < y \leq 1, 0 < z \leq 1$ ) 층의 성장 시 Hydrazine계 Nitrogen Precursor와 NH<sub>3</sub>의 혼합 V족  
Precursor( $0\% < \text{NH}_3 \text{ 혼합율} < 100\%$ )를 사용하고 Carrier Gas로서 Nitrogen을 사용하여 제조된 것  
을 특징으로 하는 소자.

【도면】

【도 1】

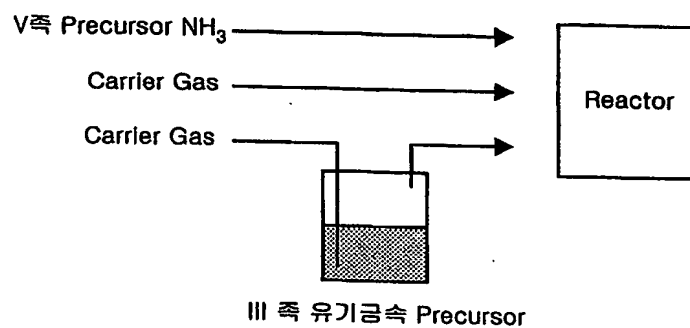


1020-9501

출력 일자: 2004/8/6

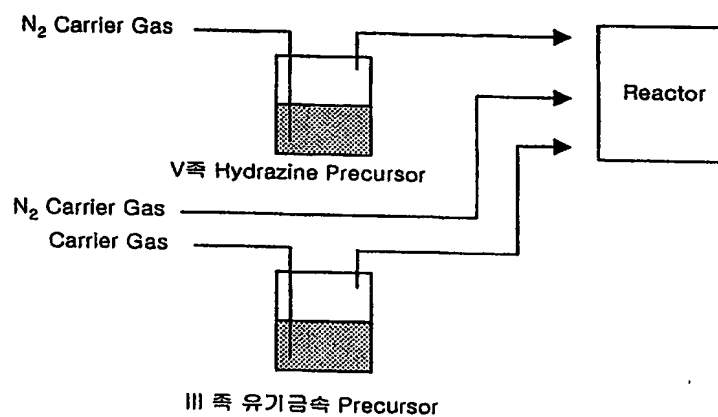
【도 2】

【도 2-1】



기존의 방식

【도 2-2】



본 발명

102-49501

출력 일자: 2004/8/6

【도 3】

